3AS BAC

Clic

كليك

60

مشري فايق

# العلوم الفيزيائية 2

## الأحماض والأسس

### الحمض

هو كل فرد كيميائي قادر على فقدان بروتون أو أكثر خلال تفاعل كيميائي.

### الأساس

هو كل فرد كيميائي قادر على اكتساب بروتون أو أكثر خلال تفاعل كيميائي.

### الثنائية أساس/ حمض

هي مجموعة الحمض والأساس المرافق له ونكتب اتفاقا $(HA/A^-)$

### التفاعل حمض- أساس

هو تفاعل يتم خلاله انتقال بروتون $H^+$ من حمض ثنائية إلى أساس ثنائية أخرى.

$$AH \rightarrow H^+ + A^- \qquad (AH/A^-)$$
$$B + H^+ \rightarrow BH^+ \qquad (BH^+/B)$$
$$AH + B \rightarrow A^- + BH^+$$

### مفهوم الأس الهيدروجيني $PH$

نعطى عبارة $PH$ بالعلاقة التالية

$$PH = -Log[H_3O^+]$$

$$[H_3O^+] = 10^{-PH}$$

### النسبة النهائية لتقدم التفاعل $\tau_f$

$\tau_f = \frac{X_f}{X_{max}}$ تتعلق بالحالة الإبتدائية للجملة و بثابت التوازن.

### كسر التفاعل $Q_r$

في التفاعل $aA + bB = cC + dD$ يكون:

$$Q_r = \frac{[C]^c\,[D]^d}{[A]^a\,[B]^b}$$

### ثابت التوازن $K$

$K=Q_{rf}$ $K, Q_{rf}$ لا يتعلقان إلا بدرجة الحرارة.

### ثابت الحموضة $K_a$ للثنائية (أساس / حمض)

- $K_a = \frac{[H_3O^+]_f [A^-]_f}{[HA]_f}$
- $K_a(H_3O^+/H_2O) = \frac{[H_3O^+]_f}{[H_3O^+]_f} = 1$
- $K_a(H_2O/OH^-) = [H_3O^+]_f\,[OH^-]_f = K_e$

### تعريف الـ $PK_a$

$PK_a = -\log K_a$ $\quad K_a(H_3O^+/H_2O) = 0$

عند $25°C$ $\quad K_a(H_2O/OH^-) = -\log K_e = 14$

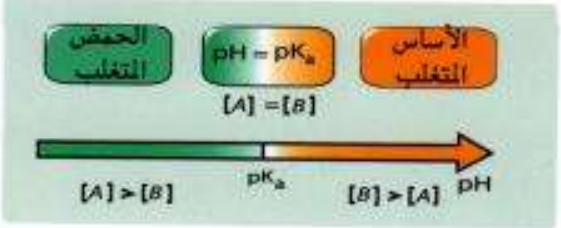
**جدول تقدم التفاعل**

| معادلة التفاعل | | $B_{(aq)} + H_2O_{(l)} = HO^-_{(aq)} + BH^+_{(aq)}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المراحل | التقدم | كميات المادة $(ntol)$ | | | |
| الإبتدائية | $0$ | $n$ | بزيادة | $0$ | $0$ |
| الإنتقالية | $x$ | $n-x$ | بزيادة | $x$ | $x$ |
| النهائية | $x_f$ | $n-x_f$ | بزيادة | $x_f$ | $x_f$ |

## ■ علاقة الـ $PH$ بـ $PK_a$

$$PK_a = -\log K_a = -\log \frac{[H_3O^+]_f [A^-]_f}{[HA]_f}$$

$$= -\log [H_3O^+]_f - \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f} = PH - \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f}$$




$$PH = PK_a + \log \frac{[A^-]_f}{[HA]_f}$$

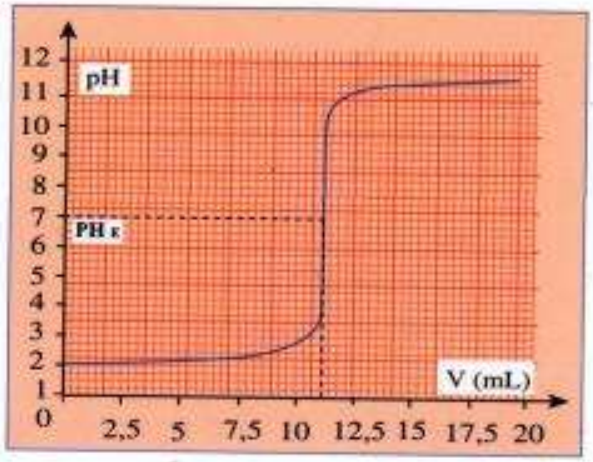
## ■ معايرة حمض قوي بأساس قوي والعكس

معادلة التفاعل حمض- أساس: $H_3O^+ + OH^- \rightarrow 2H_2O$

التفاعل تام أي عند التكافؤ تختفي كليا. ويعطي في النهاية محلولا ملحيا معتدلا.

عند التكافؤ لا يحتوي المحلول إلا على $H_2O$ وبالتالي يكون $PH = 7$

ماء+ ملح ← أساس+ حمض




### ■ المنحنى البياني

للمنحنى ثلاث مراحل:

● مرحلة قبل التكافؤ: تتميز بما يلي:

- تغير كبير لحجم الأساس المسكوب من أجل تغير ضئيل لـ: $PH$
- في هذه المرحلة المحلول حامضي
- نقطة نصف التكافؤ ليس لها معنى.

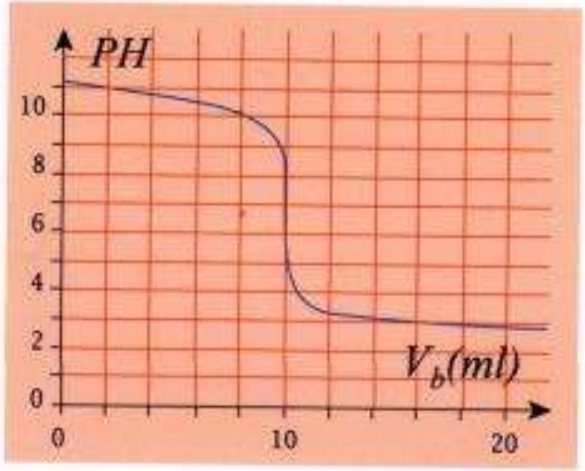
● مرحلة التكافؤ: تتميز بمايلي:

- قفزة سريعة لـ: $PH$ أي تغير ضئيل لحجم الأساس المسكوب من أجل تغير كبير لـ: $PH$
- وجود نقطة انعطاف ثانية نقطة التكافؤ.

● مرحلة بعد التكافؤ: تتميز بمايلي:

- تغير كبير لحجم الأساس المسكوب من أجل تغير ضئيل لـ: $PH$
- في هذه المرحلة المحلول قاعدي.

الكاشف المناسب هو: أزرق البروموتمول $BBT$



### التقدم النهائي $x_f$

$$x_f = n_f(OH^-) = n_f(BH^+)$$

$$x_f = [OH^-]_f V = [BH^+]_f V$$

$$[OH^-]_f = [BH^+]_f$$

### التقدم الأعظمي $x_{max}$

$$n - x_{max} = 0 \quad , x_{max} = n \quad , \quad x_{max} = CV$$

### النسبة النهائية لتقدم التفاعل $\tau_f$

$$\tau_f = \frac{x_f}{x_{max}} \qquad \tau_f = \frac{[OH^-]_f}{C}$$

### كسر التفاعل

$$Q_{rf} = \frac{[OH^-]_f\,[BH+]_f}{[B]_f}$$

$$Q_{rf} = \frac{[HO^-]_f^2}{C - [HO^-]_f} \qquad Q_{rf} = \frac{\tau_f}{1-\tau_f} \cdot C$$

### ثابت التوازن K

$$K = Q_{rf} = \frac{[OH^-]_f\,[BH+]_f}{[B]_f} = \frac{[OH^-]_f\,[H_3O^+]_f\,[BH+]_f}{[H_3O^+]_f\,[B]_f} = \frac{K_e}{K_a} \qquad K = \frac{K_e}{K_a}$$

| | الحمض القوي | الحمض الضعيف |
|---|---|---|
| تعريف | هو حمض تشرده في الماء كلي. | هو حمض تشرده في الماء جزئي |
| التفاعل مع الماء | $HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$ التفاعل تام | $HA_{(aq)} + H_2O_{(l)} = H_3O^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$ التفاعل محدود |
| الأفراد النهائية | $H_2O,\ H_3O^+,\ A^-$ | $HA,\ H_2O,\ H_3O^+,\ A^-$ |
| تراكيز الأفراد | $[H_3O^+]_f = [A^-]_f = C$ | $[H_3O^+]_f = [A^-]_f < C \quad [HA]_f = C - [H_3O^+]_f$ |
| $Ph$ المحلول | $PH = -\log[H_3O^+] = -\log C$ | $PH = -\log[H_3O^+] \neq -\log C$ |
| النسبة $\tau_f$ | $\tau_f = 1$ | $\tau_f < 1$ |

| | الأساس القوي | الأساس الضعيف |
|---|---|---|
| تعريف | هو أساس تشرده في الماء كلي. | هو أساس تشرده في الماء جزئي |
| التفاعل مع الماء | $B_{(aq)} + H_2O_{(l)} = OH^-_{(aq)} + BH^+_{(aq)}$ التفاعل تام | $B_{(aq)} + H_2O_{(l)} = OH^-_{(aq)} + BH^+_{(aq)}$ التفاعل محدود |
| الأفراد النهائية | $H_2O,\ OH^-,\ B$ | $BH^+,\ H_2O,\ OH^-,\ B$ |
| تراكيز الأفراد | $[OH^-]_f = [BH^+]_f = C$ | $[OH^-]_f = [BH^+]_f < C$ |
| $Ph$ المحلول | $PH = -\log[H_3O^+]_f$ | $PH = -\log[H_3O^+]$ |
| النسبة $\tau_f$ | $\tau_f = 1$ | $\tau_f < 1$ |

# تفاعل حمض $HA$ مع أساس $B$

## معادلة التفاعل

$$HA_{(aq)} + B_{(aq)} = BH^+_{(aq)} + A^-_{(aq)}$$

الثنائيات أساس/ حمض المشاركة في التفاعل

$HA / A^-$ $\quad$ $BH^+ / B$

## جدول تقدم التفاعل

| معادلة التفاعل | | $B_{(aq)} + H_2O_{(l)} = HO^-_{(aq)} + BH^+_{(aq)}$ | | | |
|---|---|---|---|---|---|
| المراحل | التقدم | كميات المادة $(ntol)$ | | | |
| الإبتدائية | $0$ | $n_1$ | $n_2$ | $0$ | $0$ |
| الإنتقالية | $x$ | $n_1$-$x$ | $n_2$-$x$ | $x$ | $x$ |
| النهائية | $x_f$ | $n_1$-$x_f$ | $n_2$-$x_f$ | $x_f$ | $x_f$ |

## التراكيز النهائية

$$V = V_1 + V_2 \text{ حيث } [BH^+]_f = [A^-]_f = \frac{X_f}{V}[HA]_f = \frac{n_1 - x_f}{V}[B]_f = \frac{n_2 - x_f}{V}$$

## التقدم النهائي

$$x_f = [BH^+]_f \quad V = [A^-]_f$$

## التقدم لأعظمي $x_f$

$x_{max}$ يحقق :

$n_2 - x_{max} = 0$ أو $n_1 - x_{max} = 0$

أي : $x_{max} = n_1 = C_1V_1$

أو $x_{max} = n_2 = C_2V_2$

نفرض أن : $n_1 < n_2$ أي $x_{max} = n_1$

## النسبة النهائية لتقدم التفاعل $\tau_f$

$$\tau_f = \frac{X_f}{X_{max}} \text{ ومنه : } xf = \tau_f \cdot x_{max}$$

أي : $xf = \tau_f \cdot n_1$

## كسر التفاعل

$$Q_{rf} = \frac{[A^-]_f[BH^+]_f}{[AH]_f[B]_f} = \frac{\frac{X_f}{V}\frac{X_f}{V}}{\frac{(n_1 - x_f)}{V}\frac{(n_2 - x_f)}{V}}$$

$$= \frac{X_f^2}{(n_1 - x_f)(n_2 - x_f)} = \frac{\tau_f^2 . n_2^2}{(n_1 - \tau_f . n_1)(n_2 - \tau_f . n_2)}$$

$$= \frac{\tau_f^2 . n_2^2}{n_1(1 - \tau_f) . n_1(\frac{n_2}{n_1} - \tau_f)} = \frac{\tau_f^2 . n_2^2}{(1 - \tau_f) . n_1(\frac{n_2}{n_1} - \tau_f)}$$

## حالة خاصة

من أجل : $n_1 = n_2$ يكون :

$$Q_{rf} = \frac{\tau_f^2}{(1 - \tau_f)^2}$$

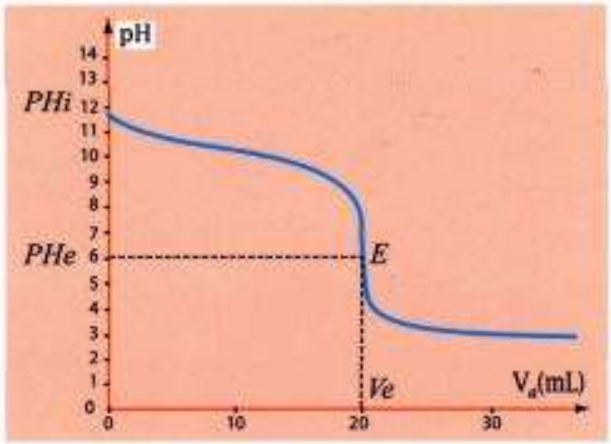
## ثابت الحموضة للثنائيات أساس/ حمض

- $K_a(BH/B) = \frac{[H_3O^+]_f[B]_f}{[BH^+]_f}$
- $K_a(AH/A^-) = \frac{[H_3O^+]_f[A^-]_f}{[HA]_f}$

## ثابت التوازن K

$$K = Q_{rf} = \frac{[A^-]_f[BH^+]_f}{[HA]_f[B]_f} = \frac{[H_3O^+]_f[A^-]_f}{[HA]_f} \times \frac{[BH^+]_f}{[H_3O^+]_f[B]_f} = \frac{K_a(AH/A^-)}{K_a(BH/B)}$$

## المنحنى البياني




للمنحنى ثلاث مراحل:

**مرحلة قبل التكافؤ: تتميز بمايلي:**

- تغير كبير لحجم الحمض المسكوب من أجل تغير ضئيل لـ: $PH$
- في هذه المرحلة المحلول قاعدي.

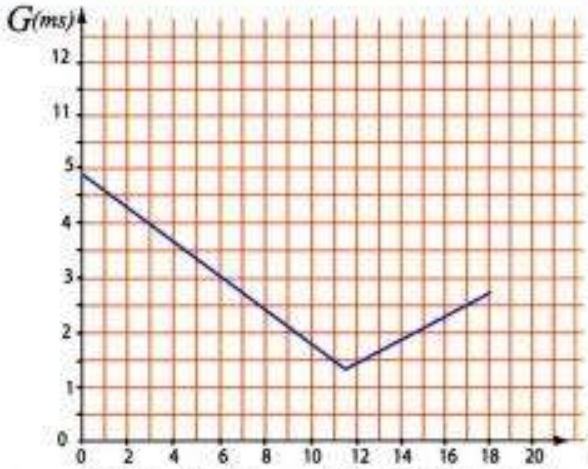
**مرحلة التكافؤ: تتميز بمايلي:**

- قفزة سريعة لـ: $PH$ أي تغير ضئيل لحجم الحمض المسكوب من أجل تغير كبير لـ: $PH$
- وجود نقطة انعطاف ثانية نقطة التكافؤ.

**مرحلة بعد التكافؤ: تتميز بمايلي:**

- تغير كبير لحجم الحمض المسكوب من أجل تغير ضئيل لـ: $PH$
- في هذه المرحلة المحلول حامضي.

**الكاشف المناسب هو: أحمر المثيل أو الهيليانتين.**



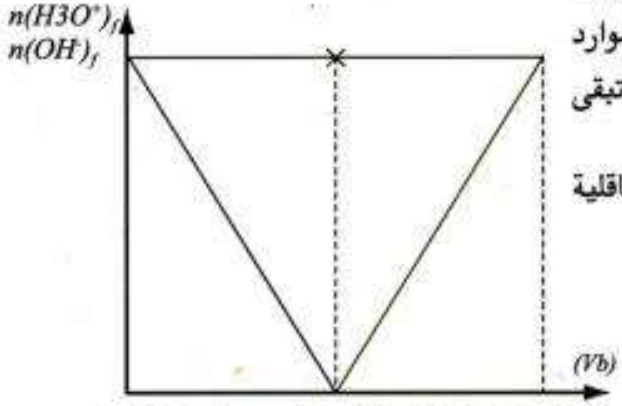

تغيرات الناقلية بدلالة حجم الأساس المضاف

## المعايرة باستعمال الناقلية

- كل الشوارد الموجودة في المحلول تؤثر في ناقلية محلول.
- بعد التحول جزء من شوارد $H_3O^+$ تستهلك بفعل شوارد $OH^-$ وتعوض بنفس الكمية بشوارد $Na^+$. كمية شوارد تبقى ثابتة ومنه فكمية الشوارد تبقى ثابتة قبل وبعد الإضافة.
- سبب تناقص ناقلية المحلول راجع للفرق في الناقلية النوعية المولية للشاردتين $H_3O^+$ و $OH^-$

عند 25: $\lambda_{H_3O^+} = 34{,}98\ ms.m^2/mol$

$\lambda_{Na^+} = 5{,}01\ ms.m^2/mol$




تغيرات عدد المولات الهيدرونيوم والهيدروكسيد بدلالة حجم الأساس المضاف

المجال الأول:

شوارد المضافة تستهلك كليا.

شوارد تتناقص خطيا بدلالة حجم الأساس المضاف.

تناقص ناقلية المحلول راجع لإحلال شوارد بنفس الكمية التي ناقليتها النوعية المولية ضعيفة محل شوارد

المجال الثاني:

شوارد الإبتدائية تستهلك كليا.

لا يوجد أي تحول كيميائي أثناء الإضافة.

تزايد ناقلية المحلول لإضافة شوارد $OH^-$ و $Na^+$

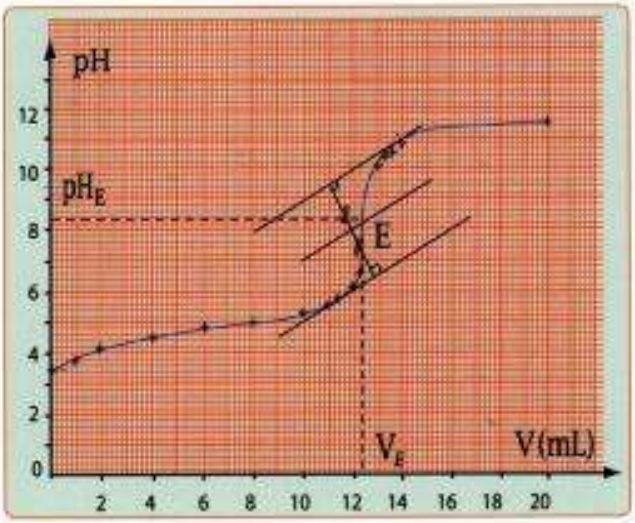

DL : 2008-503
2008-060
كليك للنشر
ClicEdition
حي الكيان، عمارة أ، مدخل 10 محل 23، المحمدية، الجزائر.
الهاتف: 15 00 82 021 / 37 96 82 021، الفاكس: 37 96 82 021.
البريد الإلكتروني: clicedition@gmail.com

## ■ معايرة حمض ضعيف بأساس قوي -

معادلة التفاعل حمض- أساس: $AH + OH^- = A^- + H_2O$

والتفاعل تام أي عند التكافؤ $AH$ و $OH^-$ تختفي كليا ويعطي في النهاية محلولا ملحيا أساسيا.
عند التكافؤ لا يحتوي المحلول إلى على $A^-$ و $H_2O$ وبالتالي يكون الـ $PH>7$

ماء+ ملح ← أساس+ حمض




● مرحلة قبل التكافؤ: تتميز بما يلي:

- تغير كبير لحجم الأساس المسكوب من أجل تغير ضئيل لـ: $PH$
- في هذه المرحلة المحلول حامضي
- وجود نقطة انعطاف أولى للبيان، نقطة نصف التكافؤ.

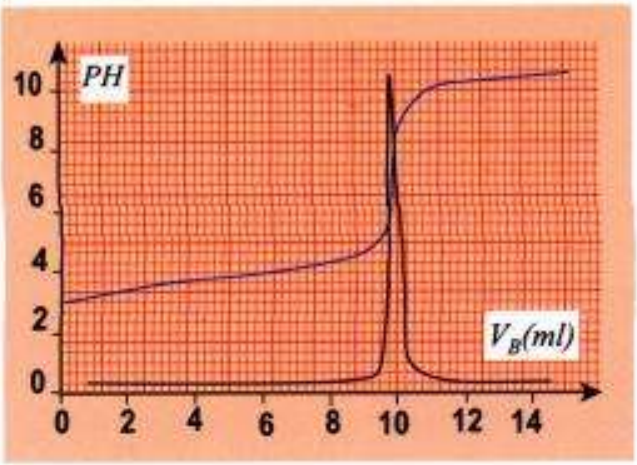
● مرحلة التكافؤ: تتميز بمايلي:

- قفزة سريعة لـ: $PH$ أي تغير ضئيل لحجم الأساس المسكوب من أجل تغير كبير لـ: $PH$
- وجود نفطة انعطاف ثانية نقطة التكافؤ.

● مرحلة بعد التكافؤ: تتميز بمايلي:

- تغير كبير لحجم الأساس المسكوب من أجل تغير ضئيل لـ: $PH$
- في هذه المرحلة المحلول قاعدي.

**الكاشف المناسب هو: الفينول فتالين**




## ■ معايرة أساس ضعيف بحمض قوي

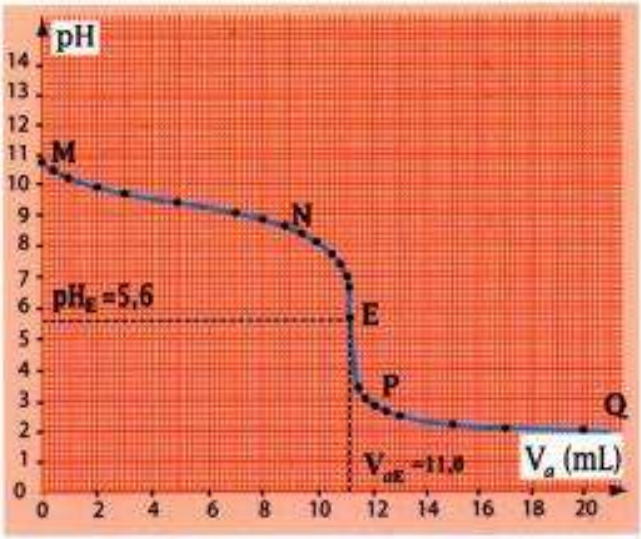
معادلة التفاعل حمض- أساس:

$B + H_3O^+ = BH^+ + H_2O$

التفاعل تام أي عند التكافؤ $B$ و $H_3O^+$ تختفي كليا ويعطي في النهاية محلولا ملحيا حمضيا

عند التكافؤ لا يحتوي المحلول إلا على $BH^+$ و $H_2O$ وبالتالي يكون الـ $PH<7$

ماء+ ملح ← أساس+ حمض



**المعايرة** معايرة نوع كيميائي في محلول تهدف لمعرفة التركيز المولي لهذا النوع في المحلول أو لمعرفة كمية المادة لهذا النوع الموجودة في حجم معين من هذا المحلول.

**شروط المعايرة:**

التفاعل أحادي الإتجاه.

التفاعل تام.

التفاعل سريع.

**ملاحظات:**

- قبل التكافؤ النوع المعاير هو المتفاعل المحد.
- عند التكافؤ النوع المعاير والنوع المعاير يكونا في الشروط الستوكيو مترية

أي: (المعاير) (المعاير)

أي: $C_a V_a = C_b V_b$

- بعد التكافؤ النوع المعاير هو المتفاعل المحد.
- النوع المعاير دائما قوي.
- بين المجالين توجد نقطة وحيدة هي نقطة التكافؤ (التعديل)

$n(H_3O^+)_0 = n(OH^-)_{eq}$

- يحدد حجم الأساس اللازم عند التكافؤ من الشكل $-1-$ ثم يحسب تركيز محلول حمض كلور الماء المجهول.

## قوانين هامة

الشروط النظامية: $P = 1{,}013.10^5\ pa$

يكون عندها $Vm = 22{,}4\ l/mol$

درجة الحرارة المطلقة: $T(k) = t(°C) + 273$

- كمية المادة لنوع كيميائي (صلب، سائل، غاز): $n = \frac{m}{M}$
- كمية المادة لنوع كيميائي (غاز): $n = \frac{V_g}{V_m}$
- قانون الغازات المثالية: $PV = nRT$

$n : mol \quad T : kelvin$

$R = 8{,}314$

$P : pa \quad V : m^3$

- الكتلة الحجمية: $\sigma = \frac{m}{V}$
- التركيز الكتلي: $C = \frac{m}{V}$
- التركيز المولي: $C = \frac{n}{V}$

- تركيز محلول ناتج عن مزج محلولين لهما نفس النوع: $C = \frac{n_1 + n_2}{V_1 + V_2}$
- تركيز محلول تجاري: $C = \frac{10P.d}{M}$

درجة النقاوة: $P$ الكثافة: $d$

- ناقلية محلول: $G = \frac{1}{R} = \frac{I}{U} = \sigma \frac{S}{L}$
- الناقلية النوعية لمحلول: $\sigma = \lambda C$

مع $C\ mol/m^3$

- كثافة سائل أو صلب: $d = \frac{\sigma}{\sigma_0}$
- قانون كولروش: $\sigma = \sum \lambda_i [X_i]$
- كثافة غاز: $d = \frac{\sigma}{\sigma_0}$

$\sigma$ الكتلة الحجمية للغاز،

$\sigma_0$ الكتلة الحجمية للماء.

- كثافة غاز في الشروط النظامية: $d = \frac{M}{29}$
- قانون التمديد: $CV = C'V'$

المحلول الأم $(CV)$

المحلول البنت $(C'V')$

- التمديد: $C = \frac{n}{V + V_{H_2O}}$
- معامل التمديد: $F = \frac{C}{C'} = \frac{V}{V'}$